

## University of Groningen

### Een vroege herfst op Langwijck

Butter, Maureen. E.

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2000

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Butter, M. E. (2000). *Een vroege herfst op Langwijck*.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

RuG

Ʊ    $\vec{E}$     $t'$    &   N<sub>2</sub>

\$   ©   ℋ   △   %   Σ

ω   ⊥   №   [k]   ë   ∠   §

---

## Een vroege herfst op Langwijck

---

Schade aan vegetatie en  
gezondheidsklachten rondom een  
glasvezelfabriek in Westerbroek,  
Groningen

Maureen E. Butter



---

# Een vroege herfst op Langwijck

---

Schade aan vegetatie en  
gezondheidsklachten rondom een  
glasvezelfabriek in Westerbroek,  
Groningen

Maureen E. Butter

Rapport 54 ISBN 90 36713 31 5  
2e herziene editie, januari 2001  
Biologiewinkel Rijksuniversiteit Groningen  
Kerklaan 30/ Postbus 14  
9750 AA Haren  
Tel 050 3632385/ 7657  
Fax 050 3635205  
<http://www.biol.rug.nl/biowinkel/>



<b>Inhoud</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1 Voorgeschiedenis	3
1.2 De klachten	3
1.2.1 Bomen	3
1.2.2 Gezondheid	4
1.3 De emissies	4
1.4 Het overleg	5
1.5 De rol van de Biologiewinkel	7
<b>2 Plantenschade</b>	<b>9</b>
2.1 Inleiding	9
2.2 Visuele schade	9
2.3 Conclusie	11
<b>3 Mogelijke schademechanismen</b>	<b>13</b>
3.1. Piekbelastingen	13
3.2. Zure mist	13
3.3. Fluor	13
3.4. Zwaveldioxide	15
3.5. Stikstofoxiden	15
3.6. Boor	16
3.7. Fijn stof	16
3.8. Andere componenten	16
3.9. Combinatie-effecten	16
<b>4 De rol van onderzoek</b>	<b>17</b>
4.1 Mogelijkheden en beperkingen van onderzoek	17
4.2 Het AB-DLO onderzoek	18
4.3 Het onderzoek van Alterra en de provincie	19
4.4 Het onderzoek van de Biologiewinkel	19
4.4.1 Luchtverontreiniging	19
4.4.2 Ziekte	20
4.4.3 Weersomstandigheden	20
4.4.4 Zout	21
4.4.5 Water en nutriëntenstatus	21
4.4.6 Conclusie plantenschade	21

4.5	<i>Gezondheidsaspecten</i>	21
4.5.1	Welke stoffen	21
4.5.2	Piekbelastingen en pluimmodellen	21
<b>5</b>	<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>23</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>25</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>27</b>

## 1.1 Voorgeschiedenis

Op 28 september 1999 werd de Biologiewinkel benaderd door mevrouw Westers, bewoonster van het landgoed Langwijck te Westerbroek, gemeente Hoogezand, in verband met bomenschade, welke werd toegeschreven aan emissies van de glasvezelfabriek PPG. Daarnaast was er ongerustheid over mogelijke gezondheidseffecten. De indruk bestond, dat de kinderen van het gezin wel erg vaak ziek waren. De coördinator van de Biologiewinkel heeft informatie gestuurd, waaronder een rapport uit 1988 over fluoridebepalingen rondom hetzelfde bedrijf in verband met diergezondheidsproblemen<sup>1</sup>. Destijds speelde de Dorpsvereniging Westerbroek een belangrijke rol in acties rondom de fabriek. Mevrouw Westers heeft vervolgens contact gezocht met de heer Westerdiep, voorzitter van de Dorpsvereniging. De Dorpsvereniging reageerde door een overleggroep bijeen te roepen met vertegenwoordigers uit het dorp, van het bedrijf, en van de Provincie (afdeling vergunningen). Het eerste overleg vond plaats op 11 oktober 1999. In vervolgbijeenkomsten zijn ook milieu-artsen van de GGD en de coördinatoren van de wetenschapswinkels Biologie en Chemie uitgenodigd.

## 1.2 De klachten

### 1.2.1 Bomen

In juni 1998 hebben de bewoners van Langwijck een klacht ingediend bij de afdeling milieu van de provincie Groningen over schade aan de beuken op het landgoed. Volgens de bewoners treedt er al jarenlang schade op, maar wordt het de laatste jaren steeds erger. Drs Miriam Hall, biologe bij de provinciale afdeling Milieu, heeft op 22 juni de schade bekeken, waarop de provincie het AB-DLO gevraagd heeft te onderzoeken, in hoeverre emissies van PPG hiervoor verantwoordelijk geacht konden worden. Op 18 september 1998 rapporteerde het AB-DLO de bevindingen. Een medewerker van het AB-DLO heeft op 5 augustus geconstateerd, dat nagenoeg alle beuken op het landgoed waren aangetast, plus een drietal beuken ten noorden en ten oosten ervan, beide locaties op 200 m afstand van het landgoed. Andere bomen, en voor fluor gevoelige gewassen vertoonden volgens hun geen schade. Het fluorgehalte in beukenbladmonsters van het landgoed Langwijck was verhoogd, aanmerkelijk hoger dan de shadedrempel in gevoelige soorten. Bovendien is bekend, dat zwaveldioxide en fluor elkaars effect kunnen versterken. Omdat geen zichtbare schade aan andere soorten is waargenomen en omdat de beuk volgens de door hen geraadpleegde literatuur als tolerant voor fluorschade geldt, concludeert het AB-DLO niettemin, dat de schade niet veroorzaakt zou zijn door de emissies van PPG. Wateroverlast door de overvloedige regenval in het seizoen 1998 wordt als een meer waarschijnlijke oorzaak gezien, maar onderzoek naar de condities van de wortels en de zwavelgehalten in het blad wordt in overweging gegeven (Van der Eerden en Van Alfen, 1998). Vervolgens is er een opdracht tot vervolgonderzoek verstrekt. Op 13 oktober hebben medewerkers van het AB-DLO opnieuw het gebied bezocht. Binnen een afstand van 700 m van PPG vertoonden alle beuken toen zware tot zeer zware bladschade, daarbuiten varieerde het schadebeeld van nihil tot zwaar, zonder dat er sprake was van

<sup>1</sup> J. Kramer-Kolleman, 1988. Seizoensverloop van het fluoridegehalte rond Silenka, Westerbroek. Biologiewinkel, rapport 25.



een gradiënt. Ook is een aantal zieke kastanjabomen aangetroffen binnen het gebied, wat te wijten zou zijn aan schimmelaantasting. Bladmonsteronderzoek wees uit, dat de bisulfietgehalten in de omgeving van PPG verhoogd zijn, hetgeen op belasting met zwaveldioxide duidt. Tevens zijn op de monsterlocaties wortelmonsters genomen. Deze zijn gespoeld en enkele dagen gedroogd, waarna ze beoordeeld zijn op schade. Tevens is de nutriëntenstatus beoordeeld aan de hand van de bladmonsters, waarbij geen deficiënties konden worden gevonden. Het wortelonderzoek leverde geen aanwijzingen op voor te hoge grondwaterstanden. De onderzoekers stellen, dat het nemen van de monsters niet geheel naar wens was verlopen, reden waarom zij dit resultaat negeren. Zij blijven bij hun eerste idee, dat hoge grondwaterstanden de hoofdoorzaak zijn, hoogstens kunnen de PPG-emissies tot een verhoogde kwetsbaarheid hebben geleid (Van der Eerden, 1998).

Echter, de eigenaar van Langwijck kon bewijzen, dat de grondwaterstand op Langwijck gedurende het seizoen 1998 nauwelijks had gefluctueerd. Ook was de schade volgens de bewoners zeker niet beperkt tot de beuken op het landgoed, maar waren andere bomen en heesters wel degelijk aangetast. Bovendien verklaart het niet de schade, die in voorgaande jaren al op Langwijck en omgeving optrad.

In juni 1999 zijn de beuken op Langwijck wederom aangetast. De lindebomen langs de Nevelslaan en een deel van de Oudeweg vertonen vroegtijdige herfst; dit is eind juni al zichtbaar. Eind juli verliezen zij hun blad al. Mevrouw Westers omschrijft het fenomeen als 'een bruine vlek, die zich vanaf PPG over het dorp uitbreidt'.

#### 1.2.2. Gezondheid

Regelmatig ervaren de bewoners stankoverlast. Door sommigen wordt de stank omschreven als 'oliestank', anderen vinden het meer 'plastic-achtig'. Voetballers, die trainen op het pal achter Langwijck gelegen voetbalveld (op ca. 500 m van PPG) verdwijnen volgens Westerdiep af en toe misselijk van het veld. Verschillende bewoners aan de Rijksweg en de Oudeweg verklaren CARA-patient te zijn en erg veel overlast te ondervinden wanneer de wind hun kant op waait<sup>2</sup>. Tijdens de vergadering van de Dorpsvereniging op 13 maart wordt gemeld, dat op 14 en 21 februari 2000 weer voetballers ziek zijn geworden van de stank. Een speelster kreeg op 21 februari sterk opgezette ogen, hetgeen ook geconstateerd is door de GGD-arts, die de volgende dag de patiënte gezien heeft.

Bij het Meldpunt Gezondheid en Milieu Groningen hebben tot augustus 2000 vijf personen hun klachten laten registreren, vier bewoners met chronische klachten als hoofdpijn, veelvuldige verkoudheid en eczeem, en één persoon die alleen acute klachten tijdens blootstelling gemeld heeft.

#### 1.3 De emissies

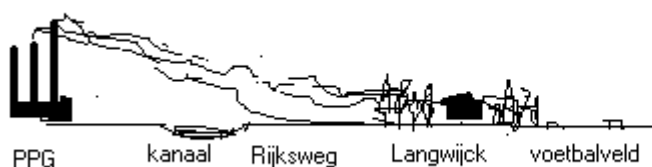
Bij de productie van glasvezel wordt een mengsel van zand, kalk, soda, boraat, fluor- en zwavelhoudende mineralen in een smeltoven gesmolten en tot vezels getrokken. De vezels worden vervolgens afgewerkt met een kunststof 'finisher', waarvan de samenstelling bedrijfsgeheim is. Uit de smeltovens ontwijkt rookgas, waarin o.m. stikstofoxiden, zwaveldioxide en fluor. Daarnaast bevat de rook boor, vluchtige organische stoffen, chloride, fijn stof, roet en vliegias (RIVM, emissieregistratie 1997, Matthijsen, 1995). De precieze samenstelling van het rookgas wordt overigens om bedrijfseconomische redenen geheim gehouden (PPG, 2000).

---

<sup>2</sup> Persoonlijke mededelingen aan Maureen Butter op 24 en 31 juli 2000. Om redenen van privacy worden hun namen niet vermeld.

Duidelijk waarneembaar is een kleurverschil tussen de pluimen van de verschillende ovens: een oven geeft een blauwgrijze pluim<sup>3</sup>, de andere twee een donkergrijze. Het complex bevat meer schoorstenen dan die van de smeltovens, o.a. van de droogoven, plus nog een aantal ventilatiekokers. Zowel uit de schoorstenen als uit de ventilatiekokers ontwijken zichtbare, dikke wolken, waarvan de samenstelling onbekend is.

De vergunning van PPG is verouderd en aan revisie toe. Gezien de bomenschade is de provincie al in overleg met het bedrijf over nadere milieumaatregelen. Gedurende het overleg rijst het vermoeden, dat de problemen samenhangen met een verandering in het productieproces, waarbij een van de drie ovens, namelijk oven 608, in 1995 is omgebouwd voor het stoken met oxyfuell. Dat houdt in, dat het vuur wordt aangewakkerd met zuivere zuurstof in plaats van met lucht. Het doel daarvan is, om de stikstofemissie te verminderen; tevens wordt hiermee brandstof bespaard. Het volume rookgas per tijdseenheid wordt door deze ingreep drastisch gereduceerd (immers, 80% van de lucht, die voorheen gebruikt werd, bestaat uit inert stikstofgas), waardoor de pluim geconcentreerder wordt en bovendien sneller afkoelt. De boordeeltjes en het fijne stof vormen condensatiekernen, waardoor zich mist vormt, waarin verzurende en etsende stoffen oplossen. De koude, natte pluim is meer geconcentreerd, verspreidt zich slechter en bereikt ook eerder de grond.



Figuur 1. De pluim 'valt' geregeld op de grond.

Bewoners constateren, dat de pluim, wanneer de wind naar hun dorp gericht staat, regelmatig 'op de grond valt', waardoor het getroffen gebied gedurende enige tijd in nevels gehuld wordt (zie figuur 1). Niet duidelijk is het, in welke mate dit vallen beide pluimen betreft, van oven 609 en 608, of alleen 608. De duur van dergelijke episoden varieert van enkele seconden tot enkele uren.

#### 1.4 Het overleg

Verwijzend naar het onderzoek van het AB-DLO bestrijdt het bedrijf, dat de bomenschade veroorzaakt wordt door PPG. Er zouden ook andere vervuilende bronnen zijn, en het AB-DLO noemt de grondwaterstand als boosdoener, maar heeft daar helemaal geen metingen naar gedaan. 1998 was een uitzonderlijk nat jaar, maar 1999 niet, terwijl de schade in 1999 zelfs nog groter lijkt. Het AB-DLO onderzoek wordt van verschillende kanten zwaar onder vuur genomen en de provincie zegt nieuw onderzoek toe, waarin grondwater wordt meegenomen, alsmede een onderzoek naar de emissies en de gezondheidsrisico's.

Op 22 november heeft de provincie een concept onderzoeksvoorstel voorgelegd aan de vergadering. Aanwezigen worden uitgenodigd, hier commentaar op te leveren. Met experts van het Laboratorium voor Plantenfysiologie en de coördinator van de Biologiewinkel voert de provincie overleg over het plantenschade-onderzoek. Dit kan vrij beperkt worden gehouden, mits er tijdig met meten (immissies en bladmonsters)

<sup>3</sup> Dit zou oven 608 moeten zijn; de pluim is lichter grijs door de grote hoeveelheden waterdamp en mist.

begonnen wordt, immers in het voorjaar, als de knoppen uitlopen, zijn de bomen het gevoeligst.

Karin Ree, de coördinator van de Chemiewinkel, beveelt ten aanzien van de emissies en gezondheidsklachten aan om het productieproces eerst door te lichten, en aan de hand daarvan te besluiten waar wat gemeten moet worden. Tijdens de vergadering van 10 januari 2000 wordt het herziene onderzoeksvoorstel uitgedeeld, waarop ter vergadering wederom commentaar geleverd wordt. De provincie zegt toe zo snel mogelijk een definitief voorstel te formuleren en daarna zo spoedig mogelijk met het onderzoek te beginnen.

Het emissieonderzoek is beperkter dan de vorige versie. Immissies zullen worden geschat aan de hand van het nationale verspreidingsmodel. Gezien de afwijkende karakteristieken van een 'natte pluim' hebben sommige aanwezigen daar moeite mee. Verzocht wordt na te gaan, of er ook modellen zijn voor zure mist, of natte pluimen. De GGD overlegt met het huisartsenlaboratorium en neemt het gezondheidkundige deel op zich. De familie Westers dringt aan op snelle maatregelen, het liefst gaswassers op alle schoorstenen. Zowel de vertegenwoordigers van PPG als van de provincie zeggen, dat dit financieel noch technisch haalbaar is.

Tijdens het overleg op 13 maart presenteert PPG ineens het plan om wél een gaswasser te plaatsen, op oven 608. Daartoe zullen eerst proeven worden genomen. Wel zal de bewuste oven in de loop van het jaar worden omgebouwd van olie naar gas, hetgeen de zwaveldioxide-emissie zal halveren. Oorspronkelijk was het de bedoeling om oven 609 om te bouwen op oxyfuel; dit wordt nu achterwege gelaten en de vrijkomende middelen worden besteed aan de gaswasser voor 608.

De coördinator van de Chemiewinkel waarschuwt tegen te hoge verwachtingen van de milieumaatregelen van het bedrijf. Zij betwijfelt, of de klachten van de bewoners veroorzaakt worden door de zwaveldioxide en noemt de finisher als een mogelijke bron van de 'oliestank'.

De provincie heeft een aantal onderdelen van het meetprogramma aangepast, maar is nog niet begonnen met meten. In verband met het naderende voorjaar wordt op snelle actie aangedrongen. De provincie gaat in onderhandeling met het onderzoeksbureau Alterra-DLO, die op 18 april een memo schrijft, met slechts voorlopige gedachten, nog geen concreet uitgewerkt voorstel.

Op 29 mei ligt er nog steeds geen definitief uitgewerkt onderzoeksprogramma van Alterra. Op Langwijck is inmiddels alweer schade geconstateerd. Van een aantal bomen is een takje gemarkeerd, dat wekelijks gefotografeerd wordt. Hiermee is in april al begonnen. De provincie verstrekt een protocol voor schademeldingen door bewoners die aan het monitoring onderzoek meedoen. (Het is niet duidelijk wanneer, en met wie is afgesproken, dat de bewoners hun eigen schade zouden monitoren). Hierin wordt voorgesteld, dat inwoners van Westerbroek de schade direct na constateren zullen melden aan de provincie, die dit weer doorgeeft aan Alterra.

Op 26 juli verspreidt de provincie een memo, waarin de stand van zaken met betrekking tot de metingen wordt weergegeven. Hierin wordt gesteld, dat de meetstrategie wordt afgestemd op de metingen die PPG zelf in maart/ april heeft uitgevoerd in verband met de installatie van een gaswasser. Verder heeft het bedrijf op 18 juli medegedeeld een gaswasser te hebben geplaatst, die echter nog niet in werking is gesteld. Er zullen extra meetpunten voor fluor en grondwater worden geplaatst. Volgens de provincie is het niet mogelijk de expositie via zure mist te meten.

Het vegetatieonderzoek van Alterra is in augustus begonnen. Naast het in kaart brengen van de door bewoners gemelde schade, zal Alterra chemische analyses maken van bladmonsters in augustus en september, en aanvullend onderzoek doen naar andere oorzaken van de plantenschade (ziekten, bodem, beworteling).

### 1.5 De rol van de Biologiewinkel

Aanvankelijk beperkte de Biologiewinkel zich tot een adviserende rol. Onderzoek naar de omvang en oorzaken van de schade, en ook de gezondheidsrisico's is in de eerste plaats een verantwoordelijkheid van de overheid. Maar omdat de provincie slechts een deel van eerder gedane toezeggingen nakomt, hebben de Dorpsvereniging en een aantal bewoners aangedrongen op een onafhankelijke rapportage en kritisch commentaar op het verrichte en nog te verrichten onderzoek. Met name wil men weten, wat er wel en wat er niet aangetoond kan worden met het onderzoek zoals gepland. Het rapport van de Biologiewinkel concentreert zich op de plantenschade. Medewerkers van het Biologisch Centrum hebben de visuele schade bekeken. Resultaten worden in dit rapport gepresenteerd. Daarnaast wordt een second opinion gegeven over het eerder verrichte onderzoek en het huidige meetprogramma.



## 2.1 Inleiding

Schade aan planten kan zichtbaar zijn, bijvoorbeeld verdorrende bladeren, of onzichtbaar, bijvoorbeeld groeiremming, opbrengstvermindering, verminderde vruchtzetting en verminderde weerstand. Zichtbare schade wordt vastgesteld met het blote oog, soms geholpen door een loep. Onzichtbare schade kan op allerlei manieren gemeten worden, bijvoorbeeld door vergelijking van de gewichten van blootgestelde planten en controles. Vaak gebruikt men daarvoor fysiologische indicatoren. Voor de Biologiewinkel is het, op zo'n korte termijn, niet mogelijk om onderzoek te doen naar de onzichtbare schade. Volstaan is daarom met het opnemen van de zichtbare schade, waarbij vooral is gekeken naar bomen en heesters. Voor het mede inventariseren van grassen en kruiden in tuinen en bermen was niet voldoende tijd beschikbaar. Opgemerkt zij, dat de grootste dichtheid van bomen in het gebied op Langwijck zelf is. Daarnaast zijn er laanbomen, erfbeplanting en particuliere tuinen. Buiten Langwijck zijn er, gerekend per soort, hooguit enkele tientallen exemplaren te vinden, waarvan een deel langs de weg. Schade aan bomen langs de weg kan ook teweeggebracht zijn door strooizout. Medewerkers van het Biologisch Centrum bezochten het gebied op 13 juli, 24 juli, 31 juli en 7 augustus 2000. Daarnaast is gebruik gemaakt van foto's die door dorpsbewoners zijn gemaakt op eerdere tijdstippen.

## 2.2 Visuele schade

Wat opviel bij alle bezoeken was, dat een reeks van soorten lichte tot ernstige bladschade vertoonde. Voorts is het duidelijk dat vegetatie in de luwte duidelijk minder schade vertoont dan meer geëxponeerde planten of delen. Heel duidelijk is dat te zien op een foto genomen op 16 juni, zie figuur 2 waarop de binnenkant en de buitenkant van de haagbeuk rondom het huis van de familie Westers afgebeeld staan: de buitenkant vertoont flink wat verdord blad, terwijl de binnenkant nog helemaal groen is. Blaadjes, op 13 juli willekeurig geplukt van de buitenkant en de binnenkant, vertonen hetzelfde beeld (zie figuur 3).



Figuur 2. De haagbeuk rond het huis van de familie Westers, foto genomen op 14 juni 2000.

Op 24 juli was ook de binnenkant van de haag aangetast, maar lang niet in dezelfde mate als de buitenkant. Typerend was ook, dat veel bomen verschijnselen van herstel vertoonden, wat goed waarneembaar was bij opvolgende bezoeken. Nieuw uitgelopen blad was helemaal gaaf. Dit was vooral goed te zien op 14 augustus, na een iets nattere periode, aan de eiken langs het Vonderspad. Ook aan diverse haagbeuken was dit te zien, maar niet aan de beukenbomen op Langwijck. Maar over het geheel genomen verslechterde het beeld zich, en deed zich met name op Langwijck en de onmiddellijke omgeving daarvan vervroegde herfst voor.



Figuur 3. Blaadjes van de buitenkant (bovenste rij) en de binnenkant (onderste rij) van de haagbeuk op het erf van de familie Westers. Blaadjes willekeurig geplukt op 13 juli 2000 door medewerkster Biologisch Centrum.

Alle beuken, rode zowel als gewone beuk en haagbeuk binnen een halve cirkel van ongeveer een kilometer vertoonden op 24 juli al matige tot zware schade: bladrandnecrose, en bij zwaar aangetast blad ook vergeling van het middengedeelte. Blijkens foto's van de bewoners, waarbij wekelijks hetzelfde takje gefotografeerd werd, begon de schade half mei al zichtbaar te worden, zie figuur 4.

Paardekastanjes binnen dat gebied vertoonden eveneens bladrandnecrose. Linden langs de Nevelsloot en Oudeweg toonden vergeling. Andere soorten, zoals hazelaar, framboos, aalbes, rododendron en eik hadden ook bladrandnecrose. De schade aan eiken op Langwijck was lichter, en begon later dan aan de beuken. Daarnaast zijn er soorten aangetroffen met chlorose en verspreid voorkomende necrose: vlier, es, esdoorn en coniferen met veel verdorde takken.

Op Langwijck staan een paar honderd beuken en eiken, maar daarbuiten staan deze soorten alleen maar hier en daar. Langs de Nevelsloot en de Oudeweg staan veel linden, verder staan er redelijk veel populieren op korte afstand van PPG. Andere boomsoorten zijn in minder grote getale vertegenwoordigd, onder meer berk, es, vlier, plataan, paardekastanje, hazelaar, els, esdoorn en wat men zoal in particuliere tuinen vinden kan.



Figuur 4. Beuk met bladrandschade op Langwijck. Foto genomen op 23 mei.

Tegenover PPG, tussen Rijksweg en Vonderspad bevinden zich een perceel aardappelen en brouwergerst zonder zichtbare symptomen. De gerst was rijp, aan het loof viel niets meer aan te zien, maar de aren waren erg ijl, hetgeen duidt op een verlaagde opbrengst. Aan de andere kant van het Vonderspad ligt een perceel maïs, waarin flink wat gedeelten met verminderde ontwikkeling en enigszins vergeeld blad te zien waren. Langs de Nevelsloot, tegenover het voetbalveld liggen twee maïsvelden, waarvan het voorste (het dichtst bij PPG gelegen) beduidend slechter was ontwikkeld dan het achterste. Verdere landbouwgrond binnen het gebied is grasland, waar geen visuele schade waarneembaar was.

Ten westen en ten zuiden van PPG staan vrij veel populieren zonder duidelijke verschijnselen<sup>4</sup>, berken met beginnende herfstverschijnselen, maar niet heel duidelijk verschillend van berken elders. Verder zijn er essen, elzen en bloeiende ligusters met chloroseverschijnselen waargenomen.

## 2.3 Conclusie

Er lijkt sprake te zijn van een schadegebied, ruwweg de halve cirkel met een straal van een kilometer, ten noorden van PPG. De verschillen in zichtbare schade tussen geëxposeerd en meer beschut gelegen loof, het voorkomen van schade aan zoveel verschillende soorten, en ook de verschijnselen van herstel (nieuw blad is gaaf), komen overeen met schade door luchtverontreiniging. Dat de schade op Langwijck zoveel opvallender is dan in de rest van het dorp, komt wellicht, omdat er op Langwijck zoveel meer bomen staan, in het bijzonder beuken.

<sup>4</sup> De bladeren waren te hoog boven de grond om ze goed te kunnen zien. Schade bij de populier is meestal beperkt tot het topje van het blad, hetgeen vanaf de grond moeilijk te zien is.





### 3.1. Piekbelastingen

Uit eerder gedane metingen (Kramer-Kolleman, 1988, Van der Eerden en Van Alfen, 1998) blijkt dat er heel hoge piekbelastingen van fluor kunnen optreden. De resultaten van de meetgegevens zijn nog geflatteerd, omdat ze gemiddeld zijn over een naar alle waarschijnlijkheid langere periode dan waarin de feitelijke pieken zich voordeden. Volgens PPG is de emissie uit de smeltovens zelf constant van samenstelling, omdat het een volcontinu proces is. Dat betekent, dat de piekbelastingen van fluor veroorzaakt worden door weersomstandigheden en samengaan met pieken van de andere rookgascomponenten uit de smeltovens.

Zoals in hoofdstuk 1 al vermeld is, valt de pluim bij zuidelijke of zuidwestelijke wind dikwijls als het ware op de grond, waardoor delen van het dorp Westerbroek en omgeving in een nevel van rookgassen gehuld worden. Dit verschijnsel doet zich met grote regelmaat voor en kan soms urenlang aanhouden. Bewoners en voetballers rapporteren acute klachten, die zich tijdens zulke episoden voordoen. Zulke piekbelastingen kunnen ook verantwoordelijk zijn voor schade aan vegetatie. Andere bronnen van luchtverontreiniging dan PPG zijn onwaarschijnlijk. Behalve PPG is er een bouwmaterialenhandel, een garagebedrijf en een kleine scheepswerf. Een halve kilometer oostelijk ligt een asfaltfabriek, zonder zichtbare emissies naar de lucht. Eventueel zou, bij voldoende wind, fijn stof van een of meer van de genoemde bedrijven bijkomend kunnen zijn aan de emissies van PPG.

### 3.2. Zure mist

Uit de literatuur is bekend, dat luchtverontreiniging, die in de vorm van mist op het blad neerslaat, aanmerkelijk grotere schade aanricht dan droge of natte depositie (Taylor et al., 1987, Ashenden et al, 1996). Ten eerste zijn de concentraties in de mistdruppeltjes veel hoger dan in regenwater (Sanders et al, 1995), ten tweede worden de minuscule druppeltjes met daarin opgeloste stoffen als fluor, zwaveldioxide en stikstofoxide gemakkelijk opgenomen door de huidmondjes, waarbij een naar verhouding grotere hoeveelheid schadelijke stof door de plant wordt opgenomen (Lovett, 1994). Overigens komt soms een aanzienlijk deel van de op het blad neergeslagen stoffen rechtstreeks via de cuticula (de beschermende waslaag op het blad) het blad binnen, tot 15% van het SO<sub>2</sub> bijvoorbeeld (Krupa, 1997). Tenslotte doen etsende stoffen als waterstoffluoride en waterstofperoxide meer schade aan de cuticula wanneer ze in opgeloste vorm enige tijd op het blad kunnen inwerken. Bij droge depositie is dat niet het geval en bij natte depositie spoelt een flink deel van de stoffen er weer af. Het gevolg van schade aan de cuticula kan bestaan uit verminderde vorstresistentie en verhoogde vatbaarheid voor ziekten. Depositie via zure mist blijft soms lang in de kruinen van de boom 'hangen' (Lovett, 1994).

### 3.3. Fluor

Fluor is een van de meest fytoxische (= giftig voor planten) vormen van luchtverontreiniging. Schade aan gevoelige soorten is al gerapporteerd bij

luchtconcentraties van circa 1,2 ppb of minder<sup>5</sup> (Flagier et al, 1998). In de bodem wordt fluoride meestal vrij snel geïmmobiliseerd in een voor de plant niet opneembare vorm, hoewel fluor in sommige situaties ook via de wortels kan worden opgenomen. De schade wordt echter meestal veroorzaakt door opname via het blad. Depositie is veel groter op een nat bladoppervlak dan op een droog. Een deel van de fluoride spoelt na verloop van tijd weer af.

Het snelst wordt fluoride opgenomen via de huidmondjes, maar het kan ook door de cuticula diffunderen. Het accumuleert na opname in de toppen en randen van de bladeren, waar ook bij veel soorten de eerste zichtbare schadesymptomen optreden (Flagier et al, 1998, Taylor et al, 1987). De combinatie van SO<sub>2</sub> met fluor geeft een grotere schade dan beide componenten afzonderlijk (Davieson et al, 1990, Murray and Wilson, 1988). Jong, uitlopend blad is het gevoeligste voor fluor (Taylor et al, 1987). Jong blad accumuleert fluor, maar geen zwavel, terwijl het omgekeerde voor ouder blad geldt (Taylor et al, 1987).

Er is voor fluor niet, zoals voor andere luchtverontreinigingscomponenten door de UNECE (VN Economische Commissie voor Europa) een schadedrempel vastgesteld (Sanders et al, 1995). Er zijn tabellen gemaakt van gevoelige, minder gevoelige en tolerante soorten, maar de waarde ervan staat ter discussie, omdat de opname van fluoride gerelateerd is aan het bladoppervlak, terwijl de tabellen gebaseerd zijn op gemeten concentraties in het blad, de hoeveelheid per gewicht dus. De verhouding tussen bladoppervlak en bladgewicht kan per soort wel een factor 10 verschillen, zodat de tabellen niet veel zeggen over de gevoeligheid van de plant in relatie tot concentraties fluoride in de buitenlucht. Bovendien zijn de tabellen gebaseerd op onderzoek met uiteenlopende meetmethoden onder een reeks van verschillende geografische omstandigheden (Flagier et al, 1998).

Het meeste onderzoek naar het effect van luchtverontreiniging op planten is gedaan aan landbouwgewassen. Beduidend minder is bekend over schade aan bomen; het meest nog over commercieel belangrijke boomsoorten. Een andere complicatie met betrekking tot de rangorde naar gevoeligheid, is dat de meeste experimentele gegevens zijn gebaseerd op proeven met jonge boompjes, 1-5 jaar oude zaailingen, met blootstelling van beperkte duur aan relatief hoge concentraties. Het is erg moeilijk om deze gegevens te evalueren voor oude bomen en langdurige expositie. Men zou hierbij rekening moeten houden met onder meer de cumulatieve effecten over een reeks van jaren, en de verhoogde turbulentie rond grote bomen, waardoor er meer actieve stof per tijdseenheid de huidmondjes passeert en grotere hoeveelheden worden opgenomen. Op het ogenblik is er te weinig kennis om hierover gegronde uitspraken te kunnen doen (Sanders et al, 1995). Deze opmerkingen zijn van toepassing op allerlei soorten luchtverontreiniging en allerlei soorten bomen.

Gladiolen en andere bloembollen, maïs, populier en Douglas spar staan bekend als gevoelige soorten. Appel, vlier, linde, esdoorn, rododendron, roos, tomaat en wilg als matig gevoelig, terwijl kool, aardappel en witte abeel genoemd worden als tolerante soorten (Flagier et al). Taylor et al (1987) noemen de beuk onder de tolerante soorten, maar de veel recentere review van Flagier et al (1998) doet geen uitspraak over de gevoeligheid van de beuk, hetgeen wijst op een schaarste aan betrouwbare, kwantitatieve data betreffende de beuk. Referenties met betrekking tot fluorschade aan beuken zijn evenmin gevonden in het elektronische bestand van de Biological Abstracts over de laatste tien jaar.

---

<sup>5</sup> 1 ppb (pars per billion, of µl/m<sup>3</sup>) HF in lucht is ongeveer 0,8 µg/kg. Verwarring kan ontstaan, omdat de gemeten waarden in het blad ook vaak worden weergegeven in µg/kg, het gaat hier om µg fluor per kg droge stof. Gehaltes fluoride in de plant kunnen ook weergegeven in ppm (pars per million) of ppb (pars per billion), maar omdat het hier gewichtsprocenten betreft is de omrekeningsfactor anders: 1 ppm = 1mg/kg, 1 ppb = 1 µg/kg. De door Flagier et al aangegeven concentratie komt overeen met 0,96 µg/kg.

Het schademechanisme is verstoring van het metabolisme. De ernst van de gevolgen is afhankelijk van het stadium, waarin de schade optreedt. Schade in een vroeg ontwikkelingsstadium is ernstiger, dan later in het seizoen. Symptomen: chlorose en necrose, vaak beginnend aan de top en later zich uitbreidend naar de randen en naar het midden (Flagier et al, 1998). Bladrandnecrose is wel beschreven als *het* kenmerk voor fluorschade, waarbij vaak een roodgekleurd randje te zien is tussen het dode en het levende gedeelte, of bij herhaalde expositie, een aantal van dergelijke bandjes. Anderzijds is bladrandnecrose een vaak voorkomend symptoom van allerlei soorten omgevingsstress (Treshkow en Anderson, 1989). Accumulatie van fluor aan de top en de randen geeft soms vervormde bladeren (hol, of krinkelig). De symptomen kunnen gelijkenis vertonen met schade door ozon, zwaveldioxide, zout en andere stoffen, of met gebreksziekten door tekorten aan essentiële voedingsstoffen (Flagier et al, 1998, Taylor et al 1987). Het schadebeeld bij de *beuk* is net als bij vele andere soorten bladrandnecrose (Taylor et al, 1987).

### 3.4. Zwaveldioxide

Zwaveldioxide is minder giftig voor planten dan fluoride. Schadedrempels van 15-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (39-52 ppb) zijn voorgesteld voor bomen binnen de Europese regio (Sanders et al, 1995). Jong, nog niet geheel uitgelopen blad en oudere bladeren zijn relatief minder gevoelig voor  $\text{SO}_2$ . Het gevoeligst is jong, net uitgelopen blad. Nitraat verhoogt resistentie van de plant tegen  $\text{SO}_2$ , maar ammoniak heeft het tegengestelde effect (Flagier et al, 1998). Via het blad opgenomen zwaveldioxide wordt eerst omgezet in het toxische bisulfiet ion  $\text{HSO}_3^-$ , en vervolgens in het niet-toxische sulfaat ion  $\text{SO}_4^{2-}$ , dat door de plant benut wordt als voedingsstof. Zwaveldioxide werkt toxisch als zich bisulfiet ophoopt in het blad (Krupa, 1997). Schademechanisme: 1, opgenomen via de huidmondjes verstoren sulfiet en bisulfiet het metabolisme en beschadigen de chloroplasten. 2, langdurige expositie aan zwaveldioxide beschadigt de cuticula, waarna secundaire schade kan optreden. Piekbelastingen veroorzaken zichtbare bladschade: necrose langs de randen en tussen de nerven. Chronische schade is zichtbaar als chlorose, soms zilverachtig uiterlijk en vroege herfstverschijnselen. Gevoelige soorten: o.m. boon, kool, aardappel, tarwe, prunus, esdoorn, berk, rode beuk, den, populier, berk. Vast te stellen door metingen van het bisulfietgehalte in de bladeren (Flagier et al, 1998). Het schadebeeld bij de *beuk* is roodkleuring van het blad, of, doorgaans bij lagere concentraties, necrotische stippels (Taylor et al, 1987).

### 3.5. Stikstofoxiden

Stikstofoxiden zijn minder giftig dan ozon en zwaveldioxiden. Concentraties van 160 ppb ( $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), of lagere concentraties in combinatie met zwaveldioxide of ozon kan zichtbare bladschade veroorzaken, door beschadiging van de cuticula. Het schadebeeld is moeilijk te onderscheiden van zwaveldioxide en ozon. Jeneverbes, grove den, spar, berk en ratelpopulier staan bekend als gevoelige soorten (Flagier et al, 1998). Het schadebeeld bij de *beuk* uit zich in visgraatvormige necrose, m.a.w. tussen de nerven en niet langs de rand (Taylor et al, 1987).

### 3.6. Boor

Er is betrekkelijk weinig bekend over boor, maar ook boor kan zware bladschade veroorzaken in tal van boomsoorten. Symptomen zijn vergelijkbaar met fluorschade (Taylor et al, 1987).

### 3.7. Fijn stof

Stofdeeltjes kunnen de huidmondjes verstoppen en zo de gaswisseling blokkeren. Ook kan een laag stof het licht tegenhouden en daardoor de fotosynthese belemmeren. Stof met een hoog kalkgehalte (> 24%) blijkt schadelijker dan stof met een gering kalkgehalte (Taylor et al, 1987).

### 3.8. Andere componenten

Aangezien niet duidelijk is, wat er precies in de lucht zit, kunnen er nog andere verbindingen zijn, die de plantenschade (mede) veroorzaken. Volgens Dr. Luit de Kok van het Laboratorium voor Plantenfysiologie is het heel goed mogelijk, dat er ook waterstofperoxide uit de pijp komt<sup>6</sup>. Daarnaast zijn er emissies van vluchtige organische stoffen. Ook in deze categorie vinden we stoffen, die plantenschade kunnen veroorzaken (Taylor et al, 1987). Voorts emitteert PPG ongeveer 480 kg chloor per jaar, dat is 60 gram per uur<sup>7</sup>. Vergeleken bij de 47 ton fluoride per jaar is dat niet zo veel, maar chloride veroorzaakt vergelijkbare schadesymptomen als fluoride. De giftigheid voor planten is afhankelijk van de vorm waarin het chloor vrijkomt. Chloorgas is van een vergelijkbare giftigheid als fluor, zoutzuur een factor 10 minder giftig (Taylor et al, 1987).

### 3.9. Combinatie-effecten

Gewezen is reeds op de combinatie fluor/ zwaveldioxide (Davieson et al, 1990, Murray and Wilson, 1988), en de combinatie van stikstofoxiden met zwaveldioxide (Flagier et al, 1998). Depositie in de vorm van, of gelijktijdig met zure mist, kan de schadedrempel aanzienlijk verlagen (Ashenden et al, 1996). Ook kan er secundaire schade optreden als gevolg van zure mist: verlaging van vorstresistentie, droogte resistentie, voorhoogde gevoeligheid voor windschade en ziekteverwekkers. Het is goed voorstelbaar, dat combinatie-effecten de toch al problematische rangorde van soorten naar gevoeligheid nog verder op zijn kop zet.

---

<sup>6</sup> Dr. L.H. de Kok is een internationaal erkend expert op het gebied van de effecten van luchtverontreiniging op planten.

<sup>7</sup> Dhr R. Boon, PPG, pers. mededeling.

#### 4.1 Mogelijkheden en beperkingen van onderzoek

De bewoners zitten met een flink aantal vragen:

Wordt de plantenschade veroorzaakt door emissies van PPG, zo ja door welke component?

In hoeverre kan het lopende onderzoek alternatieve oorzaken van de schade uitsluiten?

Welke stoffen worden door PPG in het milieu gebracht en aan welke hoeveelheden wordt de bevolking van Westerbroek blootgesteld?

Wat zijn de gezondheidsrisico's van chronische blootstelling aan de emissies van PPG?

Zijn de voorgenomen maatregelen afdoende om de plantenschade en de gezondheidsrisico's te beperken?

In het bijzonder heerst er enige twijfel aan de kwaliteit van het tot dusver uitgevoerde onderzoek en vraagt men zich af, in hoeverre het lopende onderzoek aan de in de vergadering van de dorpsvereniging geuite wensen tegemoet komt.

Met betrekking tot het vaststellen van plantenschade door luchtverontreiniging biedt het volgende, aan Taylor et al (1987) ontleende protocol enig houvast.

##### Diagnostische procedure om plantenschade vast te stellen volgens Taylor et al, 1987.

Vragen / stappen	Opmerkingen
1. Hoeveel plantensoorten zijn aangetast?	Hoe meer soorten symptomen hebben, hoe groter de waarschijnlijkheid van luchtverontreiniging
2. Wat zijn de schadesymptomen, welke delen zijn het meest aangetast?	Bij luchtverontreiniging worden meestal alleen de bladeren beschadigd. Bij onevenwichtigheden in de nutriëntenstatus zijn het de zeer jonge of de oudste bladeren die schade vertonen
3. Kijk naar het verspreidingspatroon van aangetaste planten	Rondom een bron (van luchtverontreiniging), of vanuit (infectie)haarden?
4. Aanwezigheid van infectie-organismen	Schimmels zijn vrij gemakkelijk te zien, bacteriën en virussen alleen door gespecialiseerde methoden
5. Zijn soortgelijke symptomen eerder gezien?	Patronen in seizoen, plaats, windrichting etc.
6. Terreinkarakteristieken, microklimaat	Belangrijk in verband met licht, temperatuur, vocht, wind en expositie
7. Onderhoud en verzorging van het gewas of de beplanting	Denk aan bestrijdingsmiddelen, kunstmest, strooizout.
8. Tijdsverloop waarin de schade ontstaat	Schade door luchtverontreiniging ontstaat doorgaans vrij plotseling, i.t.t. schade door nutriënten tekorten of overmaat.
9. Conditie voor of tijdens het optreden van de schade	Weer, dag of nacht, seizoen
10. Zijn er bronnen van luchtverontreiniging ?	Kijk naar a) symptomen en relatieve gevoeligheid, b) weersomstandigheden en windrichting ten tijde van het optreden van de schade c) ruimtelijke verdeling van de aangetaste soorten ten opzichte van de bron
11. Hebben zich ongebruikelijke incidenten voorgedaan?	Bijvoorbeeld piekbelastingen
12. Chemische analyses bladmonsters	Specifieke indicatoren voor luchtverontreinigingscomponenten
13. Analyse bodemonsters	Om andere oorzaken uit te sluiten

## 4.2 Het AB-DLO onderzoek

Het inventariseren van visuele schade is gedaan in één bezoek, vanuit Wageningen, waarbij foto's zijn gemaakt en bladmonsters zijn genomen. Dat betekent in elk geval, dat er voor het beantwoorden van vraag 1 weinig tijd is uitgetrokken voor de eigen waarnemingen. De schade aan de beuken was erg opvallend, en de onderzoekers hebben vanaf het begin het probleem benoemd als *beukenschade*. De onderzoekers schrijven, dat zij behalve de aangetaste beuken geen zieke bomen of planten hebben gezien. Dat betekent niet per se, dat die er niet waren, het kan ook betekenen, dat de aangetaste planten de onderzoekers niet zijn opgevallen. Er was niet voldoende tijd beschikbaar voor een grondige inventarisatie, en de vegetatie is niet bepaald homogeen. Buiten Langwijck zijn er veel minder bomen. Daarbij komt, dat het eerste bezoek al vrij laat in het seizoen plaatsvond, waardoor kleine necrotische of chlorotische plekjes aan niet al te frequent voorkomende soorten niet zullen zijn opgevallen. Overigens blijkt uit het tweede rapport, dat de zieke paardekastanjes wel degelijk zijn gezien, maar daar zou een schimmel in het spel zijn. Het rapport vermeldt niet, hoe deze diagnose tot stand is gekomen (Van der Eerden, 1998). Kortom, vraag 1 van het protocol is onvoldoende onderzocht.

Stap 2 en 3 zijn wel gezet, of vraag 4 (schade-organismen) ook is onderzocht is niet duidelijk. Op vraag 5 is niet ingegaan, hoewel de bewoners deze uiterst belangrijke informatie wel hadden kunnen geven. Dan hadden zij geweten, dat dezelfde verschijnselen in andere jaren ook speelden, en dat het niet alleen de beuken waren, die vervroegde herfst.

Bovendien hadden zij moeten kunnen zien, dat de plantendelen in de luwte minder schade hadden; dit is echter niet vermeld. Ook vraag 6 is niet in aanmerking genomen. Het onderzoek is te laat van start gegaan om aandacht te geven aan de aspecten, genoemd onder 8 en 9. Aan punt 10 is wel aandacht gegeven, voor zover het de beuken betreft, en het was duidelijk dat de beuken binnen een straal van 700 m van PPG schade vertoonden. Evenmin is er rekening gehouden met piekbelastingen (die wél uit de metingen blijken) tijdens het uitlopen van de bladeren.

Stap 11 is gezet: vastgesteld is, dat de gehalten fluoride in de beuken op Langwijck flink verhoogd waren, en ook de gehalten aan bisulfiet, de specifieke indicator voor SO<sub>2</sub>-belasting. Daarbij bleek een duidelijke gradiënt vanaf PPG. Zowel de fluor als de SO<sub>2</sub> zijn zonder enige twijfel van PPG afkomstig.

Stap 12 tenslotte, bodemonderzoek om andere oorzaken uit te sluiten is gezet. Daarbij bleek dat er geen problemen waren met betrekking tot de nutriëntenstatus. In verband met een alternatieve hypothese, namelijk zuurstofloosheid in de wortelzone, is bovendien gezocht naar schadesymptomen aan de wortels, om deze hypothese te bevestigen. Die werden niet gevonden.

De conclusie, dat de emissies van PPG verantwoordelijk waren voor de schade, wilden de onderzoekers niet trekken, omdat de beuk ooit ergens is beschreven als een tolerante soort. Dat is een weinig betrouwbaar gegeven (zie paragraaf 3.3), maar zolang het probleem was gedefinieerd als een beukenprobleem, is zo'n opstelling verdedigbaar. De conclusie, dat met de mogelijkheid van schade door PPG ernstig rekening moest worden gehouden, was in dit geval echter wel degelijk op zijn plaats geweest. Toch werd aangegeven dat de hoge grondwaterstand de oorzaak moest zijn. Deze conclusie is volstrekt onverantwoord, en valt op geen enkele manier goed te praten. Een gesprek met de bewoners van Langwijck had ze bovendien wat dat betreft uit de droom kunnen helpen.

In 1999, een mooie zomer, deed het bomenprobleem op Langwijck zich wederom voor, en bovendien verloren langs twee straten alle linden voortijdig het blad. In de klachten

naar de provincie is toen ook melding gemaakt van andere soorten dan beuken en linden, en van de stankoverlast. Het is moeilijk te begrijpen, waarom de provincie niet opnieuw onderzoek heeft laten verrichten, of waarom de onderzoekers van AB-DLO hun conclusies niet hebben herzien. Een visuele inspectie van de schade, maar dan met wat meer aandacht, en misschien nog een paar chemische bepalingen, zou in principe voldoende informatie hebben moeten opleveren om de conclusies uit 1998 te herzien. Maar het probleem was inmiddels gedefinieerd als een beukenprobleem en het rapport werd door PPG opgevat als een bewijs dat de PPG-emissies niet de oorzaak waren. De uitkomst van het onderhandelingsproces dat toen volgde was, dat er nieuw onderzoek gedaan moest worden door een ander bureau.

#### 4.3 Het onderzoek van Alterra en de provincie

Het lopende onderzoek van Alterra is in veel opzichten vergelijkbaar met dat van het AB-DLO. Half augustus werd pas voor het eerst de visuele schade in kaart gebracht, zij het dat bewoners hun fotomateriaal ter beschikking kunnen stellen van de onderzoekers. Net als in 1998 werden pas in augustus bladmonsters genomen voor de chemische bepalingen. Het plaatsen van een extra fluormeetpunt op het terrein van Langwijck en de grondwatermetingen in het gebied gebeurde ook lang nadat de schade al was vastgesteld. Het onderzoek kan dus even weinig zeggen over de fluorbelasting van de bomen tijdens het uitlopen van de bladeren. Deze zal worden geschat uit het nationale verspreidingsmodel, met een correctiefactor voor het vochtgehalte van de pluim. Volgend Dr. Henk Mulder van de Chemiewinkel kan dat model niet goed uit de voeten met valwinden tengevolge van obstakels. Daar is inmiddels wel een goed model voor, maar de meeste bureaus baseren zich op het nationale model<sup>8</sup>. Wel besteedt Alterra duidelijk en expliciet aandacht aan de stappen 1 t/m 5, en wordt er beter gecommuniceerd met de bewoners. Daarnaast beschikken de bewoners nu over foto's, die op een systematische wijze de symptoomontwikkeling in kaart brengen. Dit materiaal staat ook ter beschikking van Alterra.

#### 4.4 Het onderzoek van de Biologiewinkel

De Biologiewinkel heeft de meeste tijd geïnvesteerd in het opnemen van visuele schade en is daar ook het vroegst mee begonnen. Niettemin was opnemen van de visuele schade beperkt tot bomen en heesters, in verband met de beschikbare tijd. Ook heeft de Biologiewinkel een grondiger literatuuronderzoek gedaan dan AB-DLO. Stap 1 t/m 3, en stap 6 t/m 10 zijn dan ook wel gevolgd. Verder heeft de Biologiewinkel veel tijd geïnvesteerd in communicatie met de bewoners (belangrijk voor stap 5). Voor stap 4 (infectie-organismen), 11 en 12 ontbreken de laboratoriumfaciliteiten. Bij gebrek aan eigen gegevens is gebruik gemaakt van gegevens uit eerder onderzoek. De bevindingen van de Biologiewinkel ondersteunen de hypothese, dat luchtverontreiniging door PPG de oorzaak is van de plantenschade. Hieronder worden indicaties voor luchtverontreiniging en eventuele alternatieve oorzaken besproken.

##### 4.4.1 Luchtverontreiniging

Vóór de luchtverontreinigingshypothese pleit een achttal bevindingen:

---

<sup>8</sup> Dr. H. Mulder, Chemiewinkel Rijksuniversiteit Groningesoortelijke mededeling.



1. Het gebied waar schade te constateren is. Dit gebied komt ongeveer overeen met de gebieden met de grootste immissie rondom PPG volgens modelberekeningen. Hier valt tegenin te brengen, dat het schadegebied is vastgesteld aan de hand van zichtbare schade aan bomen en heesters, die alleen maar langs de wegen en in particuliere tuinen en erven te vinden zijn. De landbouwgewassen vertonen geen zichtbare schade, aan de gerst en aardappelen was weinig te zien, maar de maïs staat er wel slechter bij dan elders. Maïs staat bekend als gevoelige soort voor fluor, de giftigste luchtverontreinigingscomponent voor planten (Taylor et al, 1987). Aardappel is weinig gevoelig en gerst matig gevoelig (Taylor et al, 1987). Onzichtbare schade, in de vorm van opbrengstderving is mogelijk in een of meer van deze gewassen, maar moeilijk vast te stellen.
2. Het gegeven, dat veel verschillende soorten bomen en struiken vergelijkbare schadesymptomen vertonen. De symptomen lijken nog het meest op fluorschade. Het schadebeeld bij de beuken komt overeen met fluor, maar niet met SO<sub>2</sub> of NO<sub>x</sub>.
3. Het verschil in schade tussen geëxponeerde en niet geëxponeerde delen.
4. Tekenen van herstel, met name dat het nieuw uitgelopen blad in de regel niet meteen schade vertoont.
5. Verhoogde concentraties fluor en bisulfiet in de door het AB-DLO onderzochte bladmonsters (Van der Eerden en Van Alfen, 1998, Van der Eerden, 1998). Deze vormen nog geen bewijs dat de schade inderdaad door deze verbindingen veroorzaakt is, maar een indicatie is het wel.
6. De waarneming, dat de pluim regelmatig 'op de grond valt' wanneer de wind richting Westerbroek gaat, waardoor het getroffen gebied extreem hoge piekbelastingen te verduren heeft.
7. Geen problemen met betrekking tot de nutriëntenstatus van de beuken op Langwijck (Van der Eerden, 1998) en evenmin met de grondwaterstand
8. De constatering, dat pot- en kuipplanten op Langwijck dezelfde schadesymptomen vertonen, als de planten die in de volle grond staan.

Mogelijke alternatieve hypothesen zijn: ziekte, weersomstandigheden, zout, water- en nutriëntenstatus. Deze worden hieronder besproken.

#### 4.4.2 Ziekte

Virussen, schimmels en bacteriën kunnen ook schadesymptomen veroorzaken, die sterk kunnen lijken op schade door luchtverontreiniging. Ziekteverwekkers zijn als regel tamelijk soortspecifiek, en het verspreidingspatroon is vaak rondom haarden van geïnfecteerde planten. Het feit, dat zoveel soorten schade vertonen, pleit tegen de ziekte-hypothese. Tot nog toe is geen specifiek ziekte-onderzoek bij de aangetaste bomen gedaan. Zouden er meerdere soorten ziekteverwekkers in het spel zijn, dan zou dat PPG nog niet helemaal vrijpleiten, omdat zure mist en een aantal andere verontreinigingscomponenten de weerstand van de bomen tegen ziekten verlaagt.

#### 4.4.3 Weersomstandigheden

Gezien het feit, dat de schade elk jaar optreedt, kunnen droogte of overmatige regenval of kou worden uitgesloten. Wel is het zo, dat de meest geëxponeerde zijde van de planten en struiken in het gebied, tevens de kant is die überhaupt het meest aan wind blootgesteld is. Maar vergeleken met bomen en struiken buiten het gebied, is het verschil tussen wind- en luvtezijde in Westerbroek veel groter.

#### 4.4.4 Zout

Buiten het zout, dat PPG zelf emitteert (60 gram chloor per uur) wordt op wegen en op particuliere opritten zout gestrooid. Per strooibeurt gebruikt men bij droogstrooien zo'n 20 gram per m<sup>2</sup>, bij natstrooien 5-10 g/m<sup>2</sup>. Zo'n 5-10 strooibeurten per seizoen is normaal. Het 's winters gestrooide zout spoelt grotendeels uit. Bij loofbomen staat de stofwisseling in de winter vrijwel stil, zodat er weinig zout wordt opgenomen. In het voorjaar kunnen door verhoogde concentraties in wegbermen loofbomen wel teveel zout opnemen, wat later in het seizoen aanleiding kan geven tot bladrandnecrose en vervroegde herfst verschijnselen, zoals in Westerbroek waargenomen (Terpstra, 1986). Schadesymptomen tengevolge van wegeenzout blijven echter beperkt tot bomen en struiken langs wegen en opritten, waar inderdaad gestrooid is.

#### 4.4.5 Water en nutriëntenstatus

Voor water, zie weersomstandigheden. De nutriëntenstatus is bij de beuk in 1998 onderzocht door AB-DLO, waarbij niets afwijkends aan het licht kwam..

#### 4.4.6 Conclusie plantenschade

De conclusie van de Biologiewinkel ten aanzien van de plantenschade is dan ook, dat er weinig twijfel bestaat, of deze wordt veroorzaakt door PPG. Naar alle waarschijnlijkheid is fluor de voornaamste boosdoener.

### 4.5 Gezondheidsaspecten

Ten aanzien van de gezondheidsrisico's zijn er meer onzekerheden. In de eerste plaats over de aard van de uitstoot, in de tweede plaats over de mate, waarin de bevolking is blootgesteld.

#### 4.5.1 Welke stoffen

In het overleg over de gezondheidsrisico's ligt de nadruk op de emissies van de smeltovens, in het bijzonder oven 608, maar er leven nog steeds vragen met betrekking tot andere emissies. Van de emissies uit de smeltovens gaat de meeste aandacht uit naar fluor en fijn stof, omdat de zwavel en stikstofoxiden vergeleken met ander gebieden niet extreem hoog lijken. Het voorgenomen onderzoek geeft geen uitsluitsel over de emissies naar de lucht uit andere bronnen dan de smeltovens, en ook over de metingen van fijn stof bestaat onduidelijkheid. Er valt nauwelijks iets te zeggen over het effect van het in gebruik nemen van de derde oven op de niet uit de smeltovens afkomstige emissies

#### 4.5.2 Piekbelastingen en pluimmodellen

Er bestaat onzekerheid over de geldigheid van de gebruikte verspreidingsmodellen op de korte afstand. Met name het fenomeen, dat de pluim regelmatig op de grond ligt, geeft aanleiding tot speculaties. Het bedrijfsmilieuplan voorziet enerzijds in de plaatsing van een gaswasser op oven 608, de natte pluim. Anderzijds echter, zal in de loop van 2001 een derde oven in gebruik worden genomen, met andere woorden een tweede droge pluim. Nu wordt weliswaar vermoed, dat het de natte pluim is, die plaatselijk de hoogste piekbelastingen geeft, maar de gekozen onderzoeksopzet maakt geen

onderscheid tussen de emissies van oven 608 en 609. Er is dus geen absolute zekerheid dat met het plaatsen van een gaswasser op oven 608 het probleem is opgelost, er is zelfs kans dat het in productie nemen van de derde oven de situatie verergert.

Op basis van de door de fabriek verstrekte gegevens, en aangenomen dat oven 608 en 609 per uur ongeveer evenveel fluor uitstoten, circa 2,5 kg F ieder, valt te berekenen dat de fluorconcentratie in de pluim van 608 circa 1183 mg/m<sup>3</sup> bedraagt en in die van 609 circa 97 mg/m<sup>3</sup>. De gegevens over SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> zijn niet openbaar (PPG, 2000). Een deel van deze stoffen is afkomstig van de brandstof, een deel van het proces en de gebruikte grondstoffen. Hoe de totale emissies van deze stoffen over oven 608 en 609 verdeeld zijn, is niet bekend. Aangenomen, dat de waarden gelijk zijn aan de emissies van 1997, en dat beide ovens per jaar evenveel zwavel en stikstof emitteren, kan op dezelfde manier als voor fluor worden berekend, dat de pluim bij het verlaten van oven 608 respectievelijk 10341 mg zwaveldioxide en 2457 mg stikstofdioxide per kuub bevat. Voor oven 609 zijn deze cijfers respectievelijk 201 en 846. De giftigheid van beide stoffen doet niet erg veel onder voor die van fluor, maar de hoeveelheden zwaveldioxide liggen een factor 10 hoger.

Voor fluor bestaat geen wettelijke grenswaarde in de buitenlucht. Er bestaat wel een niet-wettelijke grenswaarde, maar deze heeft geen betrekking op humane gezondheid. De norm voor beroepsmatige blootstelling aan fluorwaterstof bedraagt 2,5 mg/m<sup>3</sup> gedurende 15 minuten. Deze norm ligt hoger, dan het gezondheidkundige advies (Chemiekaarten, 1999). De Noorse norm voor beroepsmatige blootstelling (MAC-waarde) ligt een stuk lager, namelijk 0,6 mg/m<sup>3</sup>. Niettemin bleken ook gezonde mannelijke vrijwilligers bij expositie aan concentraties van 0,2 mg/m<sup>3</sup> gedurende een uur significant meer symptomen als irritatie van ogen en luchtwegen te vertonen dan de controlegroep (Lund et al, 1997). Uit een diermodel is een gezondheidkundige grenswaarde voor kortdurende expositie, zoals bij calamiteiten, afgeleid van 130 ppm (ca. 110 mg/m<sup>3</sup>) gedurende 10 minuten, waarboven onomkeerbare effecten kunnen optreden (Dalbey et al, 1998).

Voor zwaveldioxide bestaat een wettelijke grenswaarde van 0,075 mg/m<sup>3</sup>. Ook mag het 24-uursgemiddelde niet hoger zijn dan 0,5 mg/m<sup>3</sup>, en het uurgemiddelde nooit boven de 0,83 mg/m<sup>3</sup> uitkomen (LVGGD, 1996). Voor beroepsmatige blootstelling geldt een MAC-waarde van 5 mg/m<sup>3</sup>, tweemaal zo hoog als voor fluorwaterstof dus, (Chemiekaarten, 1999). Voor stikstofdioxide is de MAC-waarde 4 mg/m<sup>3</sup> (Chemiekaarten, 1999); de wettelijke grenswaarden voor buitenlucht is 0,135 mg/m<sup>3</sup> (LVGGD, 1996). Evenals bij fluorwaterstof liggen bij SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub> de MAC-waarden hoger dan de gezondheidkundige aanbevelingen.

Onduidelijk is, wat de concentraties zijn, wanneer de pluim op de grond ligt en of er, met betrekking tot fluoride en zwaveldioxide gezondheidsrisico's mee gemoeid kunnen zijn. Verhoogde blootstelling aan fluoride kan overigens middels een urinetest worden aangetoond (EPA, 1994).

Op basis van eigen waarnemingen, gesprekken met bewoners, fotomateriaal van bewoners en literatuuronderzoek, concludeert de Biologiewinkel, dat er al jarenlang aanzienlijke schade aan bomen en heesters bestaat rondom PPG, die vrijwel zeker veroorzaakt wordt door de emissies van PPG, in het bijzonder door de daarin aanwezige fluoriden. Op grond van de relatieve gevoeligheid van maïs en graan voor fluorschade, valt te vrezen, dat akkerbouwers in de omgeving onzichtbare schade lijden in de vorm van opbrengstderving. De Biologiewinkel acht het bovendien niet uitgesloten, dat de piekbelastingen uit de smeltovens als gevolg van valwinden een risico voor de gezondheid van de bewoners met zich meebrengen. De giftigheid van fluorwaterstof, zwaveldioxide en stikstofdioxide ontloopt elkaar weinig, dus alle componenten zijn verdacht. Het is onbegrijpelijk, waarom de gegevens over de voor de gezondheid zo belangrijke emissies van zwaveldioxide en stikstofoxiden niet openbaar zijn.

Het in 1998 uitgevoerde plantenschade onderzoek vertoont enige gebreken, in het bijzonder een gebrek aan communicatie met bewoners, waardoor er verkeerde conclusies zijn getrokken. Deze conclusies hadden reeds in het jaar daarop herzien kunnen worden, maar zijn een eigen leven gaan leiden, waardoor er pas in 2000 nieuw onderzoek is gestart, dat qua opzet overigens niet veel verschilt van het in 1998 gedane onderzoek.

In 1998 is geen aandacht geschonken aan gezondheidsrisico's, maar dit aspect wordt in het huidige onderzoek nadrukkelijk wel betrokken. Minpunten van het lopende onderzoek betreffen het niet meenemen van de emissies, die niet uit de smeltovens afkomstig zijn, en het gebruik van een emissieverspreidingsmodel, dat minder geschikt is voor de korte afstand. Ook worden piekbelastingen niet rechtstreeks in het veld gemeten.

Naar aanleiding van de klachten van de bewoners heeft het bedrijf zijn milieuplannen herzien. In plaats van het terugbrengen van de zwavelemissies, wordt nu een gaswasser geplaatst op oven 608. Hiervan kan worden verwacht, dat het de plantenschade op Langwijck zal doen verminderen doordat de factoren piekbelastingen van fluor en zure mist voor een belangrijk deel zullen verdwijnen. Anderzijds wordt er een derde oven in gebruik gesteld. Schade aan beplanting in Westerbroek blijft daarmee tot de mogelijkheden behoren. De wijzigingen in het milieubedrijfsplan brengen overigens geen netto milieuwinst: het bedrijf doet niets meer, dan waartoe het toch al verplicht was. Het is mogelijk, dat de gemelde gezondheidsproblemen eveneens vooral samenhangen met de natte pluim van oven 608, maar dit is allerm minst zeker.

Het verdient aanbeveling, dat er zo spoedig mogelijk opheldering verschaft wordt over de piekbelastingen met fluor, zwaveldioxiden en stikstofoxiden, op het moment dat de pluim op de grond ligt. Daarnaast blijft de aanbeveling staan, om het productieproces door te lichten. Bewoners op zeer korte afstand van de fabriek wordt aangeraden om gedurende episoden dat de pluim op de grond ligt, ramen en deuren gesloten te houden.

Tot slot wordt aanbevolen, om de situatie in Westerbroek te blijven volgen, zowel wat betreft de plantenschade als de gezondheidsklachten en zonodig de vergunning aan te scherpen.



## Literatuur

- Ashenden, T.W., S.A.Bell, C.R. Rafarel, 1996. Interactive effects of gaseous air pollutants and acid mist on two major pasture grasses. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 57: 1-8.
- Chemiekaarten, 1999. Gegevens voor veilig werken met chemicaliën. 15e editie 2000. TNO Arbeid/ VNCI/ ten Hagen Stern, Den Haag.
- Dalbey, W., B. Dunn, R. Bannister, W. Daughtrey, C. Kirwin, F. Reitman, A. Steiner, J. Bruce, 1998. Acute effects of 10-minute exposure to hydrogen fluoride in rats and derivation of a short-term exposure limit for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 27: 207-216.
- Davieson, G., F. Murray, S. Wilson, 1990. Effects of Sulphur Dioxide and Hydrogen Fluoride, Singly and in Combination, on Growth and Yield of Wheat in Open-top Chambers.
- EPA, 1994. Hydrogen Fluoride (and related compounds). Downloaded 29/08/2000 from [www.epa.gov/ttn/uatw/hlthef/hydrogen.html](http://www.epa.gov/ttn/uatw/hlthef/hydrogen.html).
- Flagier R.B. (ed) with Chappelka A.H., Manning W.J., McCool P.M., Shafer S.R., 1998. Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas. 2nd edition, Air and Waste Management Association, Pittsburgh.
- Kramer-Kolleman, J., 1988. Seizoensverloop van het fluoride-gehalte rond Silenka, Westerbroek. Biologiewinkel, Rijksuniversiteit Groningen, Haren.
- Krupa, S.V., 1997. Air Pollution, People and Plants. APS Press, St Paul, Minnesota.
- Lovett, G.M, 1994. Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective. *Ecological Applications* 4 (4): 629-650.
- Lund, K., J.Ekstrand, J.Boe, P.Søstrand, J.Kongerud, 1997. Exposure to hydrogen fluoride: an experimental study in humans of concentrations of fluoride in plasma, symptoms and lung function. *Occupational and Environmental Medicine* 54: 32-37.
- LVGGD, 1996. Handboek Buitenmilieu. Utrecht.
- Mansfield, T.A. (ed.), 1976. Effects of Air Pollutants on Plants. Cambridge University Press, Cambridge (Mass.).
- Murray, F., S. Wilson, 1988. Joint action of sulfur dioxide and hydrogen fluoride on growth of *Eucalyptus tereticornis*. *Environmental and Experimental Botany* 28: 343-349.
- PPG, 2000. Milieujaarverslag 1999. Hoogezand.
- RIVM. Emissieregistratiegegevens van PPG 1997 (zgn. "passief openbare" gegevens, d.w.z. op aanvraag verkrijgbaar). Bilthoven.
- Sanders, G.E., L.Skarby, M.R.Ashmore, J.Fuhrer, 1995. Establishing critical levels for the effects of air pollution on vegetation. *Water, Air and Soil Pollution* 85: 189-200.
- Taylor, H.J., M.R. Ashmore, J.N.B. Bell, 1987. Air pollution injury to vegetation. IEHO, London.
- Terpstra, H., 1986. Het effect van wegeozout op het milieu. Biologiewinkel Rijksuniversiteit Groningen, Haren.
- Threshkow, M., F.K. Anderson, 1991 [1989]. Plant Stress from Air Pollution. Wiley, New York.
- Van der Eerden, L.J.M, A.J. van Alfen, 1998. Evaluatie van schade aan beuk op het landgoed Langwijck te Westerbroek. AB-DLO, Wageningen.
- Van der Eerden, L.J.M., 1998. Vervolgonderzoek van schade aan beuk in de omgeving van Westerbroek. AB-DLO, Wageningen.



## Bijlagen

Tabel 1. Emissies van PPG in 1997 in kg per jaar.

Stof	Hoeveelheid
Stikstofoxiden (als NO <sub>2</sub> )	91.000
Zwaveloxiden (als SO <sub>2</sub> )	383.000
Fluorverbindingen (als F)	47.000
Kwst Vlgs KWS2000	68.000
Niet-methaan VOS	68.000
Fijn stof, ER-C/ roet/ vliegast	137.000

Bron: RIVM, Emissieregistratie.

Tabel 2. Specifieke gegevens van oven 608 en 609

Emissiepunt	Uittreedsnelheid (m/sec)	Temperatuur (oC)	Volumestroom (m <sup>3</sup> /jaar)
Glasoven 608	1,8	250	18.518.640
Glasoven 609	6	400	226.481.040

Bron: PPG, 2000.

Tabel 3. Normen voor fluorwaterstof, zwaveldioxide en stikstofdioxide (µg/m<sup>3</sup>, tenzij anders aangegeven)

Stof	Grenswaarde buitenlucht	MAC-waarde in mg/ m <sup>3</sup>	Schadedrempel planten
HF	2,8 (24-uursgemiddelde)	2,5 (15 minuten)	0,8
	0,4 (groeiseizoensgemiddelde)		
SO <sub>2</sub>	830 (uurgemiddelde)	5	15-20
	250 (98-percentiel, 24-uursgemiddelde)		
NO <sub>2</sub>	175 (99,5 percentiel uurgemiddelde)	5	210

Bronnen: zie tekst.



